



TITLE:

窒化物半導体材料とその光物性の魅力

AUTHOR(S):

石井, 良太

CITATION:

石井, 良太. 窒化物半導体材料とその光物性の魅力. 京都大学アカデミックデイ2018: 研究者と立ち話 (ポスター/展示) 2018: 50.

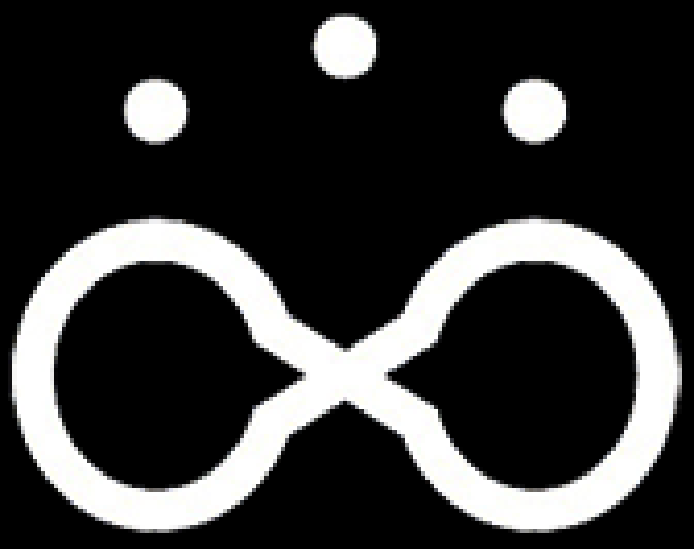
ISSUE DATE:

2018-09-22

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/234924>

RIGHT:



窒化物半導体材料とその光物性の魅力

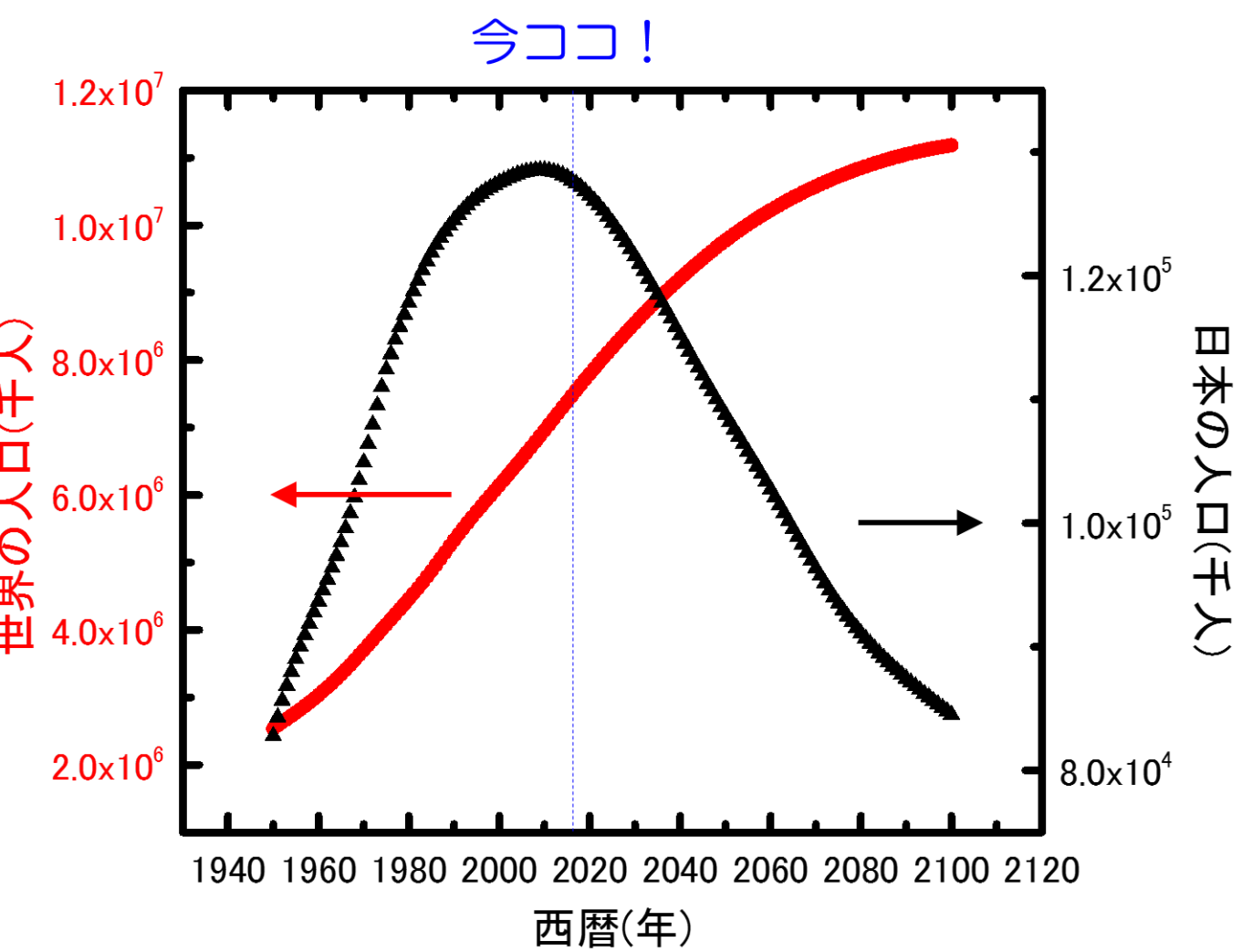
～生活に欠かせない光と電気について少し考えてみよう～

京都大学工学研究科 電子工学専攻川上研究室 助教 石井良太



1. 背景 ～21世紀を生きる私たちが抱える問題～

<https://esa.un.org>より

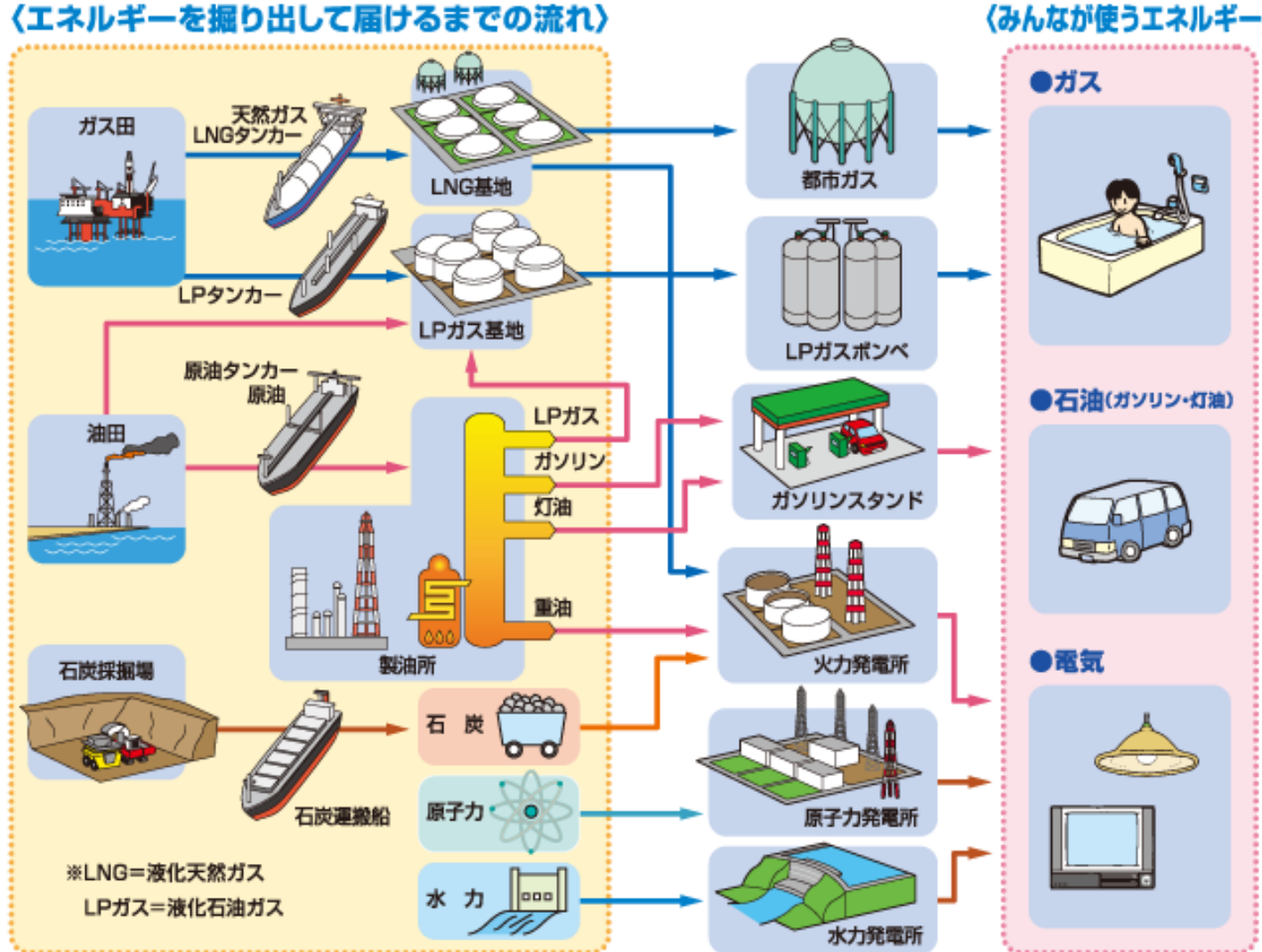


2010年代以降、日本は**人口減少社会**
少子高齢化・経済縮小・社会保障負担大etc...
→数多くの困難が日本を待ち受けている

一方、世界は**人口爆発**
水・食料・住宅・エネルギー等の不足
→これら資源の奪い合いは避けたい

日本も世界もこれから先大変！
良く考えて生きていかなければならない
省資源国に住む我々にできることは何だろうか？

https://www.tokyo-gas.co.jp/kids/genzai/g4_1.htmlより



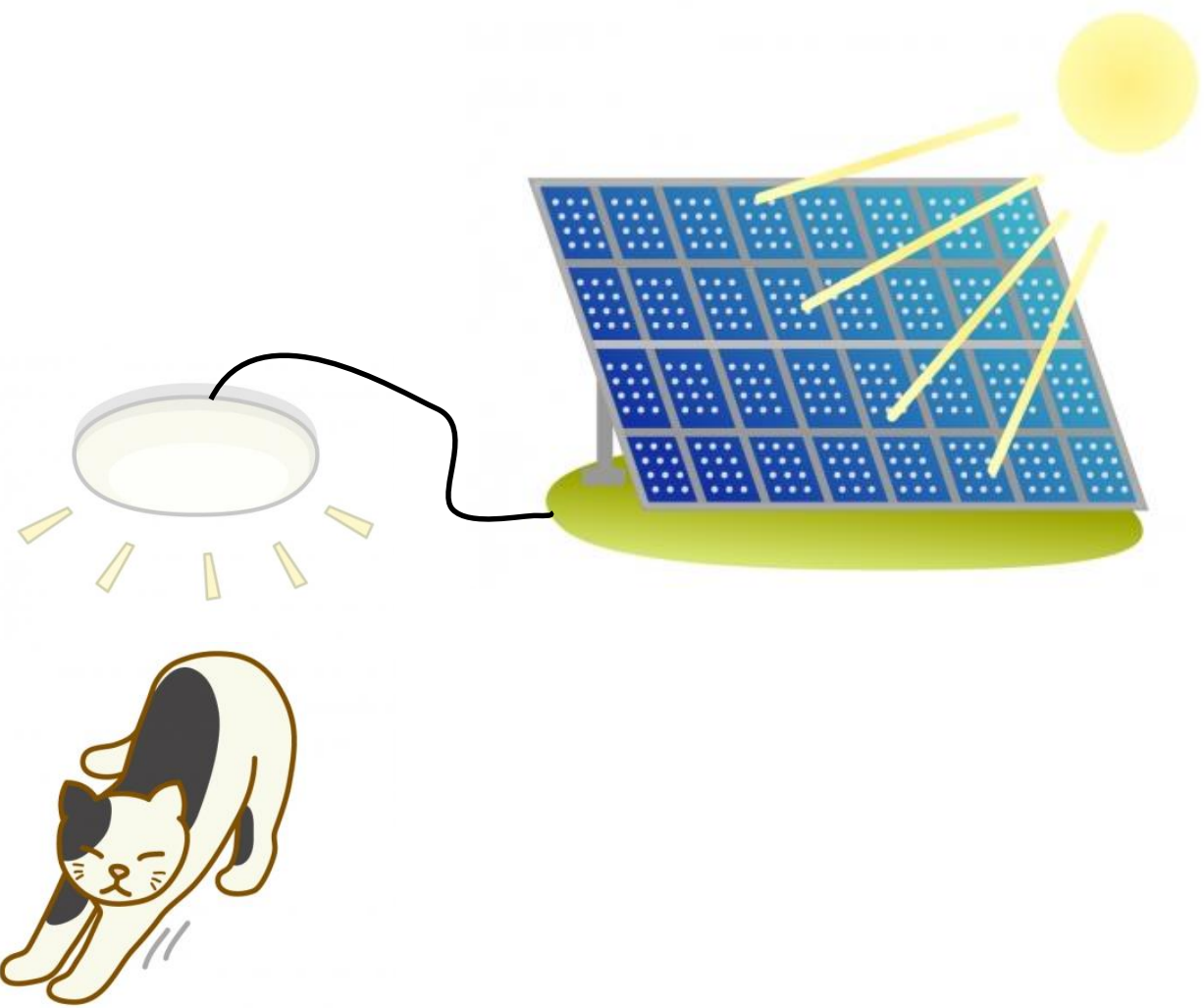
＜エネルギー問題の解決案＞

1. 1次エネルギー(資源)の**探索**
(シェールガス・メタンハイドレード)
2. 輸送・精製・変換効率の**向上**
(低燃費船・高効率蒸留・高効率発電)
3. 2次エネルギーの消費**削減**
(断熱・高磨耗性・低消費電力)

→“あらゆる分野の知の結集”が必要

＜エネルギーの流れについて考えてみよう＞

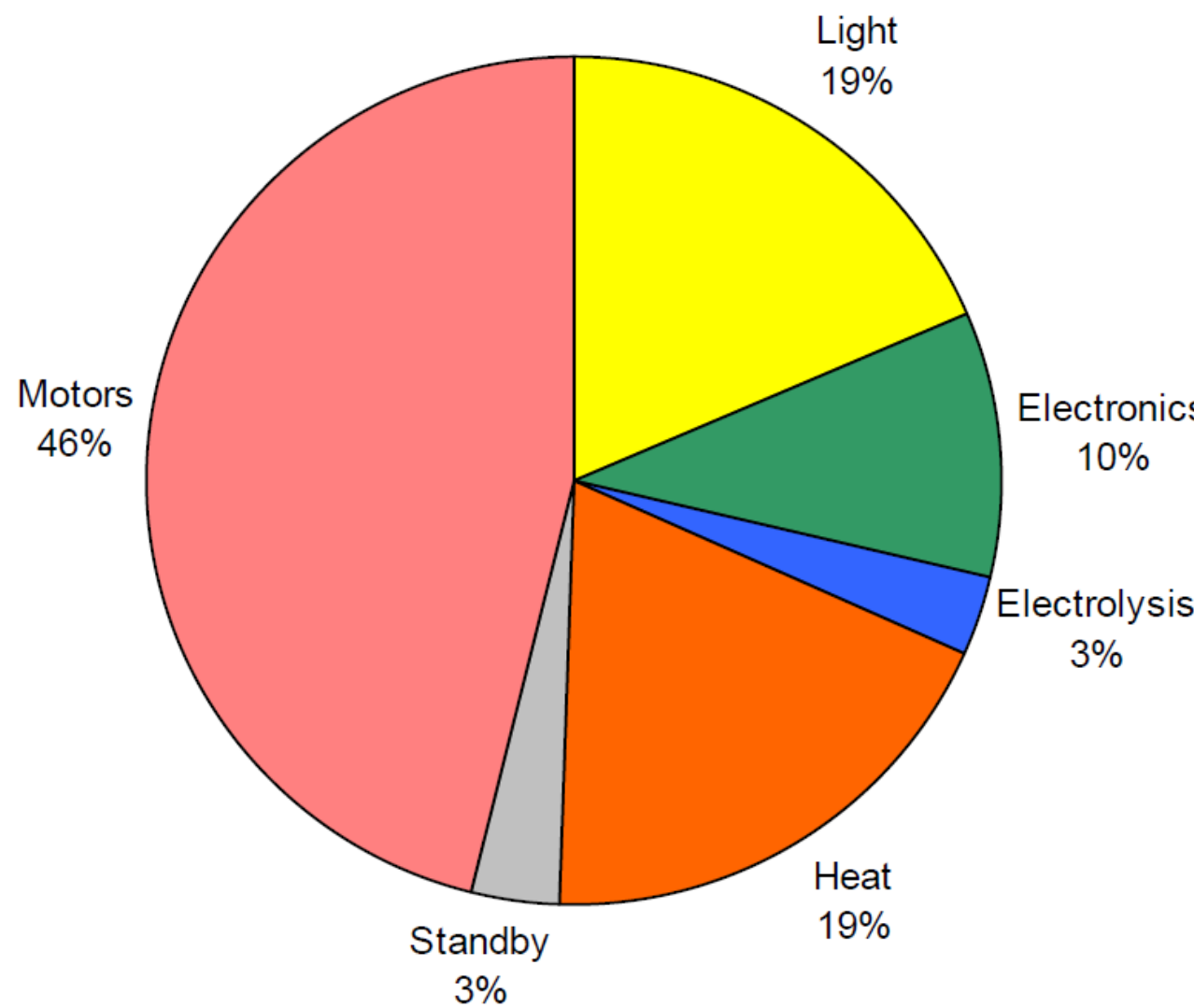
太陽からの**光**エネルギー
→太陽電池：**電気**エネルギーに変換
→照明：**電気**エネルギーを**光**エネルギーに変換
→ねこ：あかるいじゃ



「光」→「電気」→「光」
とエネルギー形態が変換(通常ロスが発生)

→何故、一度「電気」に変換するのだろうか？
「電気」の利点について考えてみよう

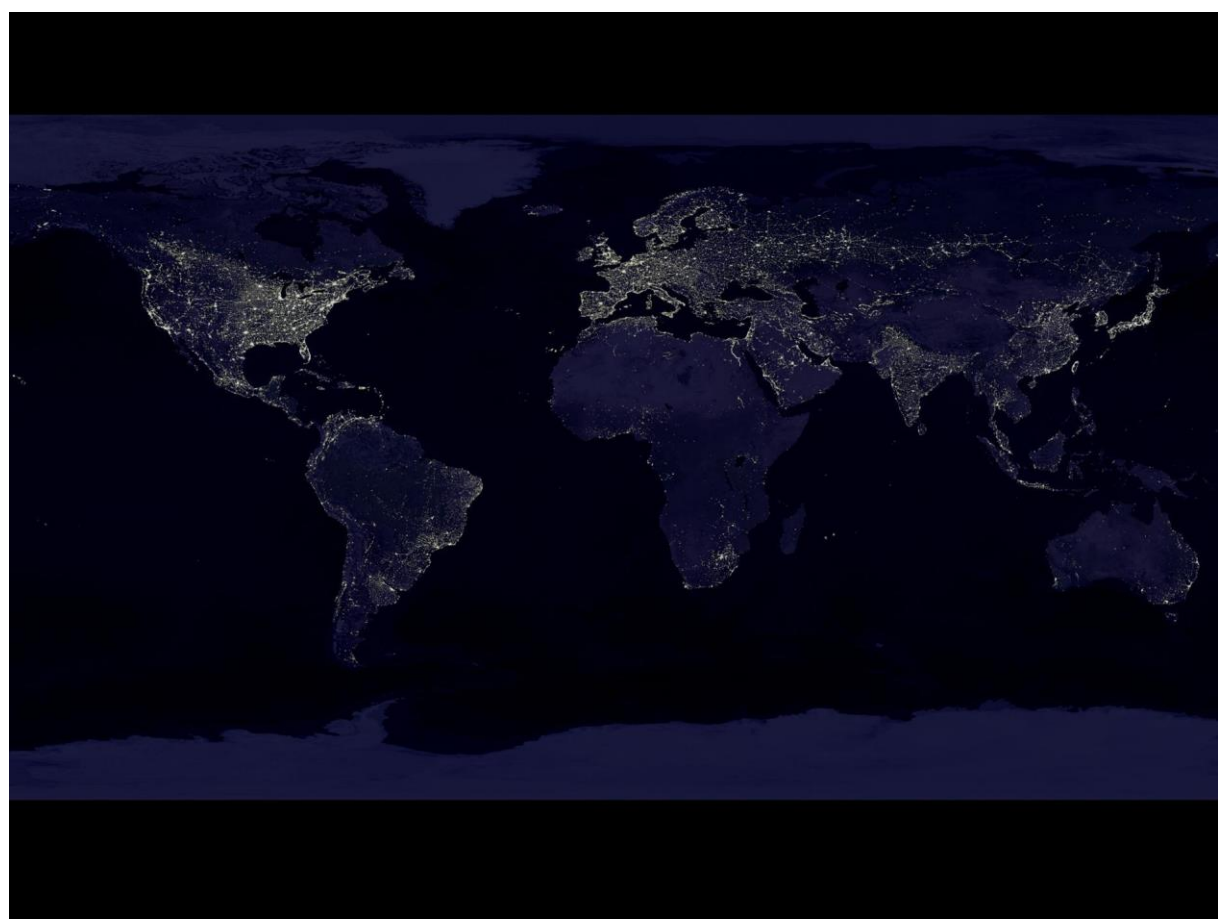
https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EE_for_ElectricSystems.pdfより



＜2006年の電力消費量の内訳＞

電力消費量の19 %は**照明**で費やされている
照明とは人工的に作られた“明かり”のこと
→照明の性能が変われば世界が変わる！

https://www.nasa.gov/topics/earth/earthday/gall_earth_night.htmlより



人工衛星から見た
夜の地球

宇宙から見ても
分かるくらい
夜の地球は明るい！

2. 研究背景 ～照明のこれまでの歴史&現状の課題～

第一世代：ろうそく・たいまつなど
(燃料を燃やすことによって
得られる**燃焼光**)



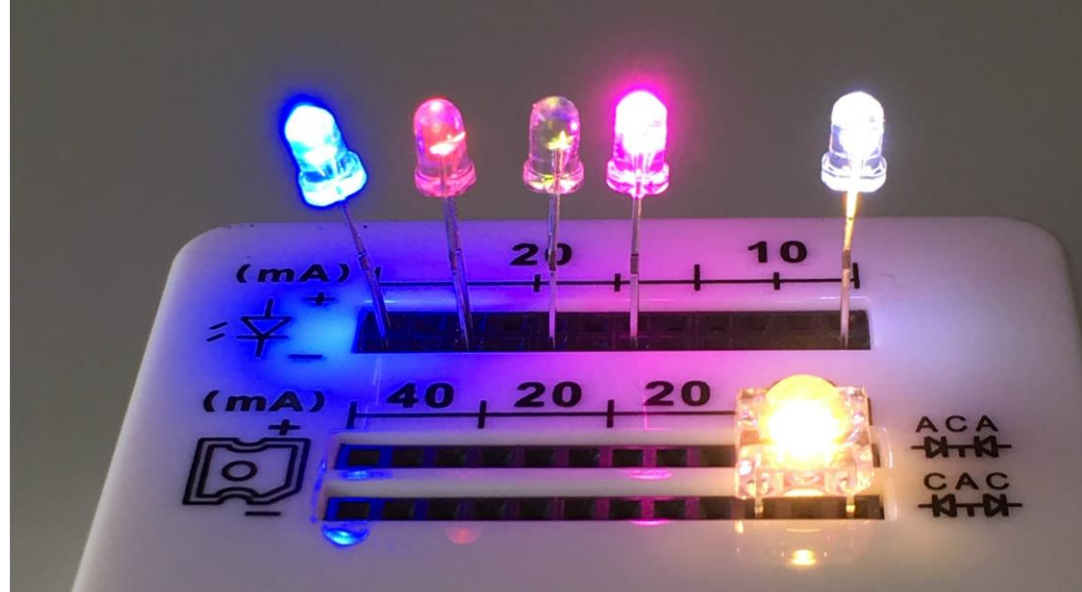
第二世代：白熱電球
(電気を流すことによって
得られる**熱放射光**)



第三世代：蛍光灯
(電気を流すことによって
得られる**蛍光**)



第四世代：発光ダイオード(LED)
(電気を流すことによって
得られる**蛍光**)



照明の発展は
何を意味しているのだろうか？

(実験1) 赤外線カメラで
照明を覗いてみよう！

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2014/summary/>より

2014年ノーベル物理学賞



赤崎 勇教授



天野 浩教授



中村 修二教授

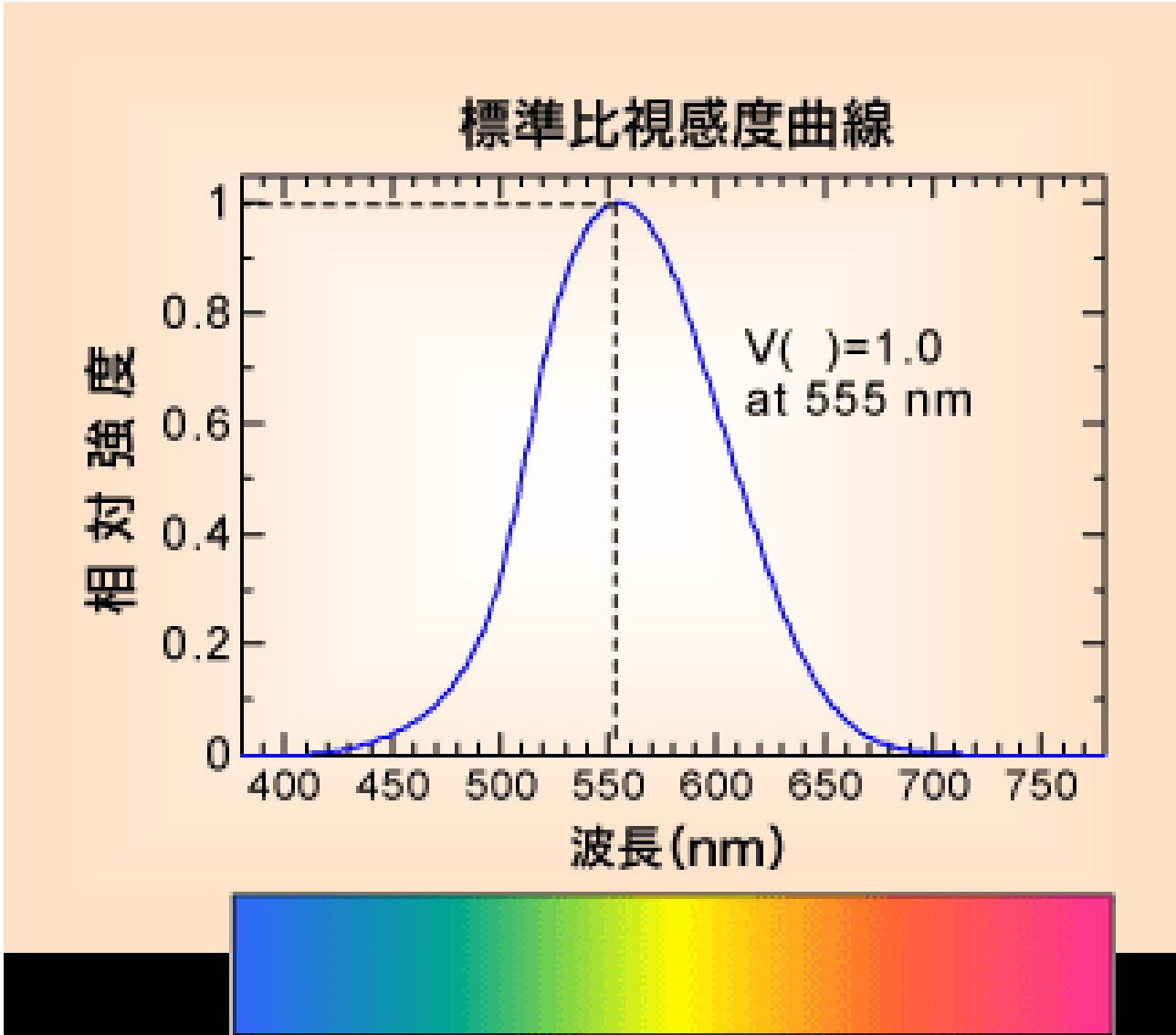
私は3人の先生方と同じ業界で
LEDの研究を行っています

(実験2) 実際に様々なLEDを
光らせてみよう！

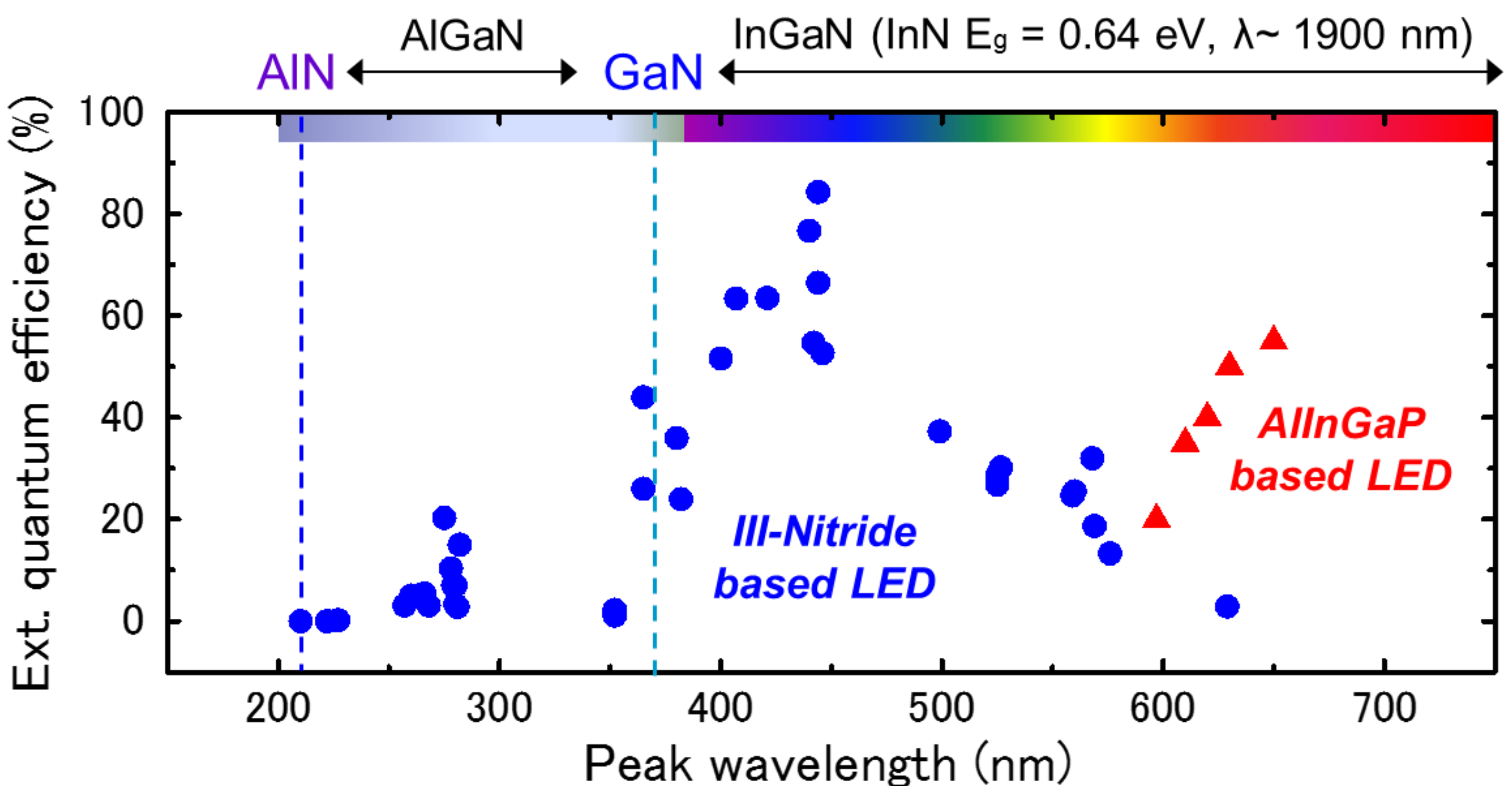
どのLEDが
一番明るく/暗く見えますか？

The Nobel Prize in Physics 2014 was awarded jointly to Isamu Akasaki, Hiroshi Amano, and Shuji Nakamura,
“for the invention of efficient blue light-emitting diodes which has enabled bright and energy-saving white light sources”.

https://www.aist.go.jp/science_town/standard/standard_03/standard_03_02.htmlより



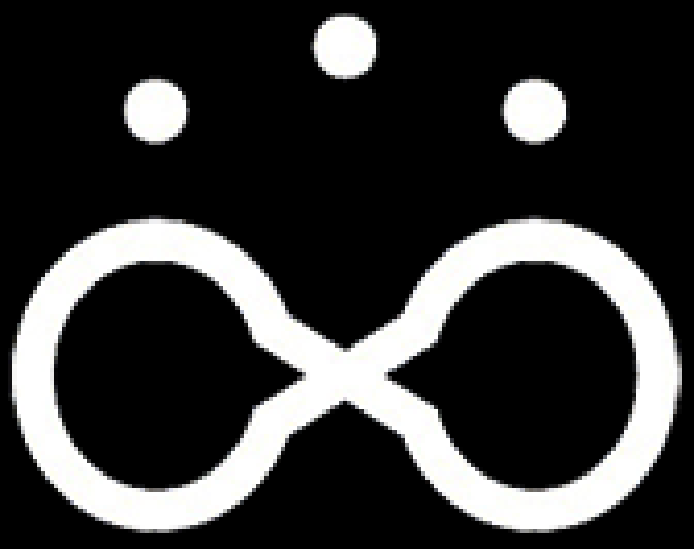
色の違いは波長の違い



＜左図はLEDの最新の現状＞
縦軸はLEDがどれだけ効率良く光るか？
横軸は波長、光の色に対応します

効率の高い色と低い色のLEDがありますね
(それぞれどの色でしょうか？)

私の研究は効率の低い色のLEDについて、
効率の低い物理的原因を突き止め、
その効率を向上させることにあります



窒化物半導体材料とその光物性の魅力

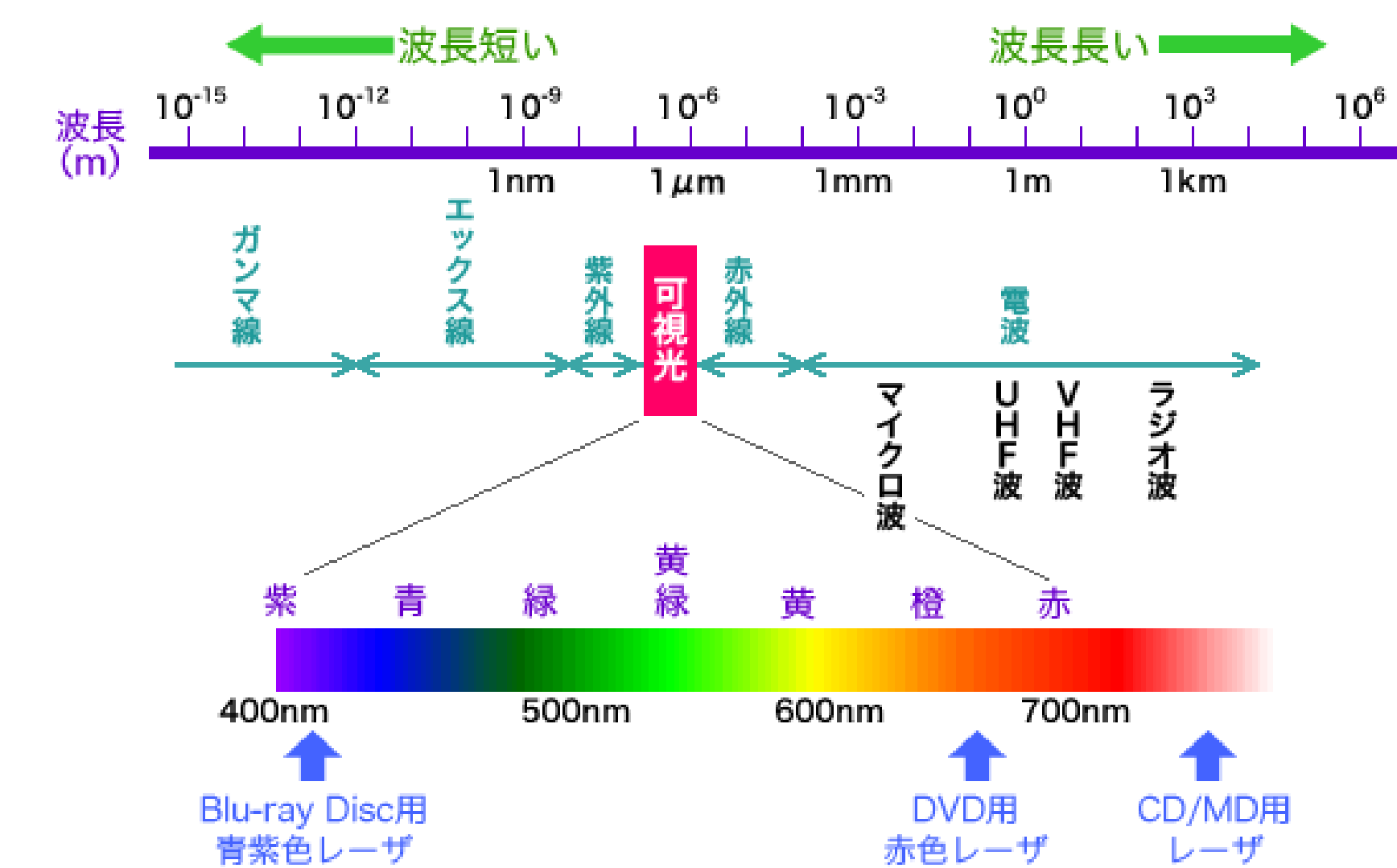
～生活に欠かせない光と電気について少し考えてみよう～

京都大学工学研究科 電子工学専攻川上研究室 助教 石井良太

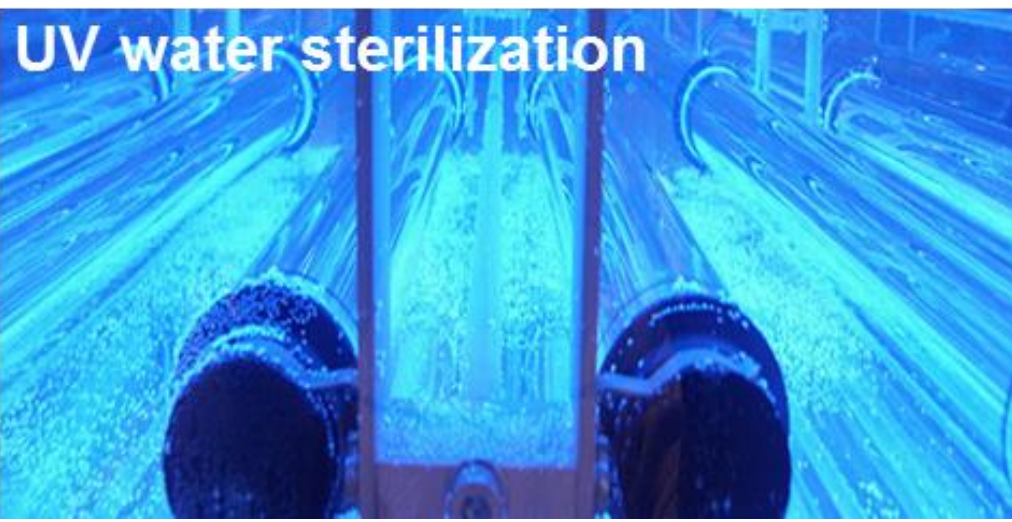


Q. 青色LEDが良く光るのであれば
それで良いんじゃないの？

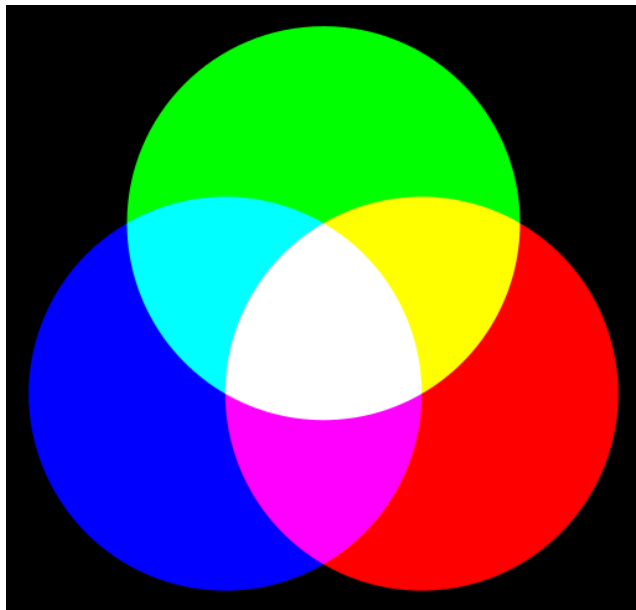
<http://www.konure.com/it/2010/06/blu-ray-disc.html>より



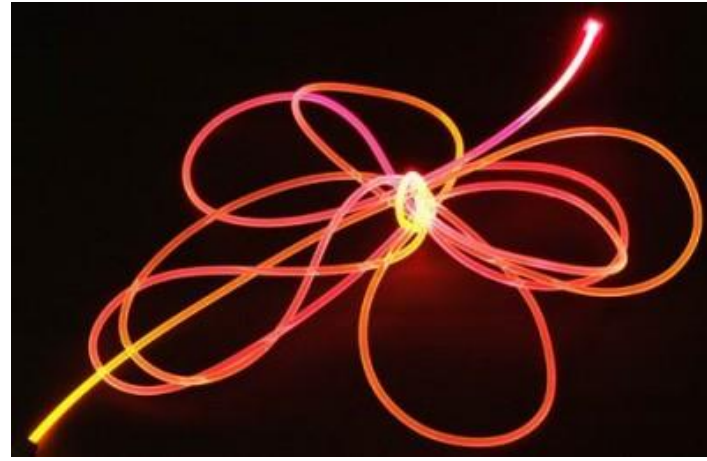
<http://absunpalayesh.com/en/2015/12/30/disinfection/>より



<https://ja.wikipedia.org/wiki/>より



光の三原色
(絵の具とは違う)



全て同じりんご(当てる照明が異なる)



Q. どのりんごが一番美味しそうに見えますか？
レストランの照明を思い出そう！

http://www.rc-airstage.com/product_info.php/products_id/10332より

みんなが当たり前に出てくるインターネット、
実は光が関係している！

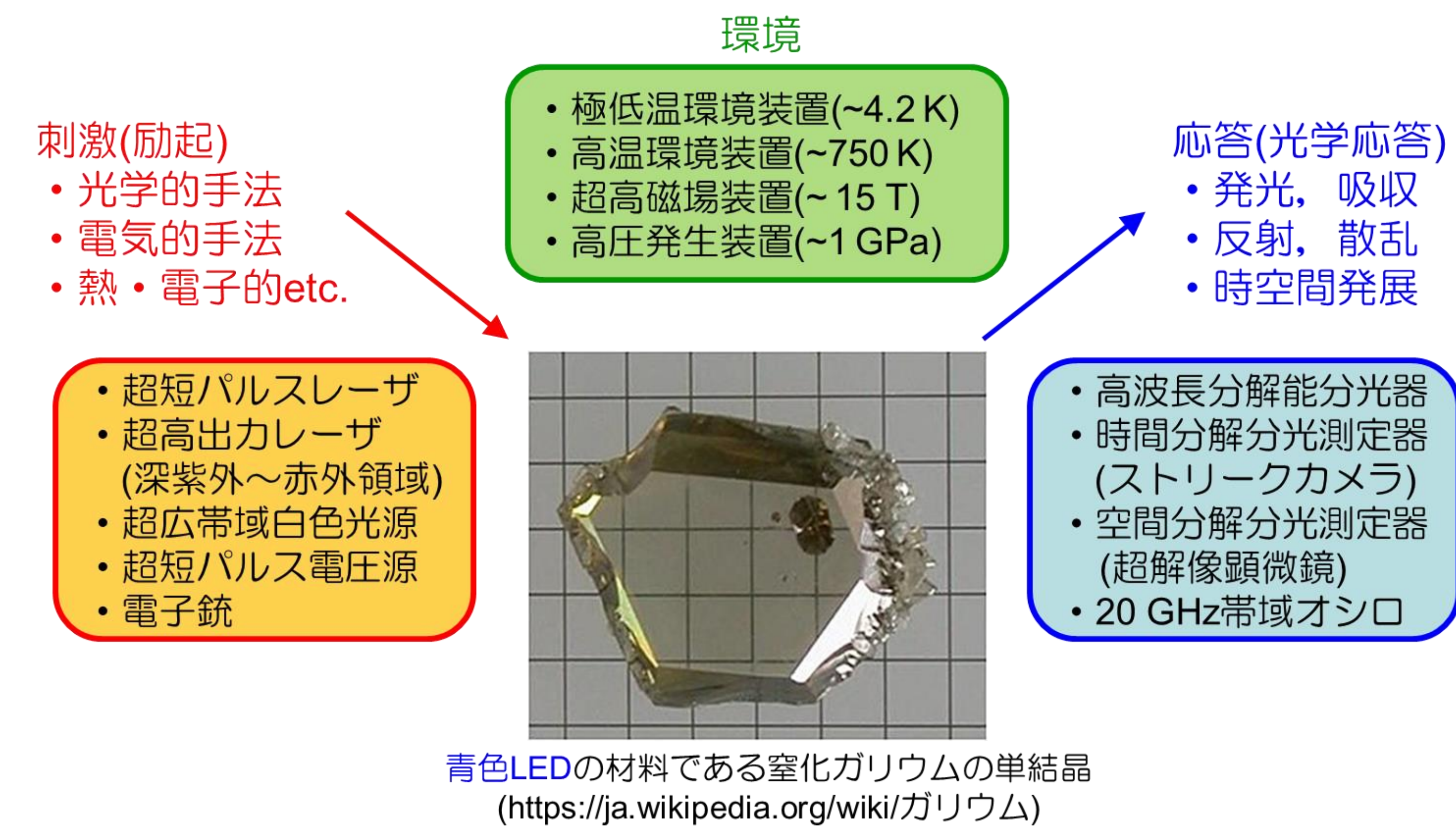


世界では**10億人以上**の
人が安全な水を飲めない

～ここまでのまとめ～

- これから私達は色々な問題に直面することが予想される → ここでは**エネルギー問題**に着目
- 私達は**エネルギー**を**電気**という形態でたくさん利用 → 電力消費量の**20 %**は**照明**に費やされている
- 第4の明かりの**高効率白色LED照明**(青色LED+黄)が世界を変えつつある → 他の色のLEDは**低効率**
- 波長(色)に応じて最適な応用が存在 → **任意の波長の高効率LEDを実現するのが本研究の目的**

3. 実際の取り組み ～窒化物半導体の光物性評価～



- お医者さんが患者さんに質問します(対象への**刺激**)
- 患者さんがそれに対して答えます(対象からの**応答**)

時には専門機器を使ったりします
(左図では聴診器で言葉以外の**応答**を観測)
(MRIでは磁場を**刺激**としたときの**応答**を観測)

サウナに入ったときのデータを診ることも？
(同じ**刺激**でも**環境**が変わると**応答**が変わります)

⇒**多角的**な観点から症状について、診断します

半導体光物性の評価も同じです。
刺激・環境・応答を工夫した**多角的**な観点からの
評価が物性解明に繋がります。

日本に1台しかない
深紫外連続発振(CW)レーザー
(奥には自作の高調波発生器)

ナノ秒パルス波長可変レーザー
(紫外～赤外領域まで自由に
波長変化可能)

今日は紹介できなかった
もう一つの光学実験室

極低温～高温環境下を実現
するクライオスタット
(4.2 ~ 750 K)

超高磁場(15 T)発生装置
時計や携帯を近づけると
大変なことに！

自作高圧(1 GPa)発生装置
大気圧は~0.1 MPa

ピコ秒時間分解能を持つ
ストリークカメラ
(光現象の時間発展が見えます)

nmオーダー空間分解能を持つ超解像顕微鏡
(近接場光学顕微鏡と呼びます)
二探針を持つものや深紫外用に特化したものを
自分達で開発しています

組み合わせると
時空間分解分光装置に

半導体光物性の評価を通して、
京都大学らしい自由な研究を行っています！

PHYSICAL REVIEW B 81, 155202 (2010)

All deformation potentials in GaN determined by reflectance spectroscopy under uniaxial stress:
Definite breakdown of the quasicubic approximation

Ryota Ishii,* Akio Kaneta, Mitsuru Funato, and Yoichi Kawakami[†]
Department of Electronic Science and Engineering, Kyoto University, Kyoto 615-8510, Japan

Atsushi A. Yamaguchi
Research Laboratory for Integrated Technological Systems, Kanazawa Institute of Technology, Tokyo 105-0002, Japan
(Received 7 December 2009; revised manuscript received 1 March 2010; published 8 April 2010)

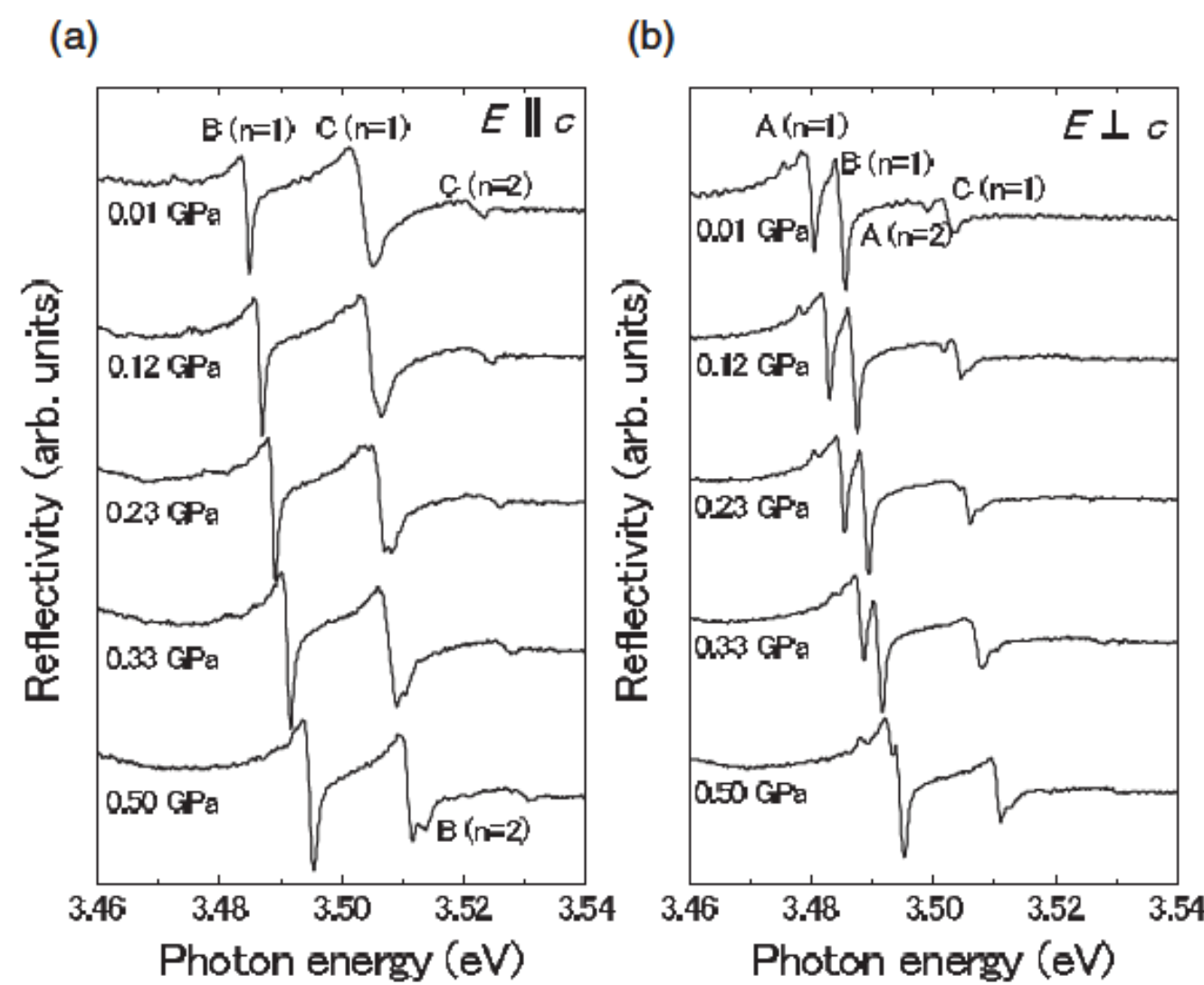


FIG. 5. Reflectance spectra of the *a*-plane GaN bulk substrate under uniaxial stress $P||c$. (a) $E||c$ and (b) $E\perp c$.

中々結果が出なくて辛い時期も過ぎました。
(何度夜通し実験しても上手くいかないことも・・・)

そのような辛い時期があるからこそ、
結果が出て世の中に認められたときの喜びは
非常に大きなものでした！

今も部屋を真っ暗にしながら実験に
取り組んでいる毎日です。

それでは電気と光についてディスカッションしましょう！